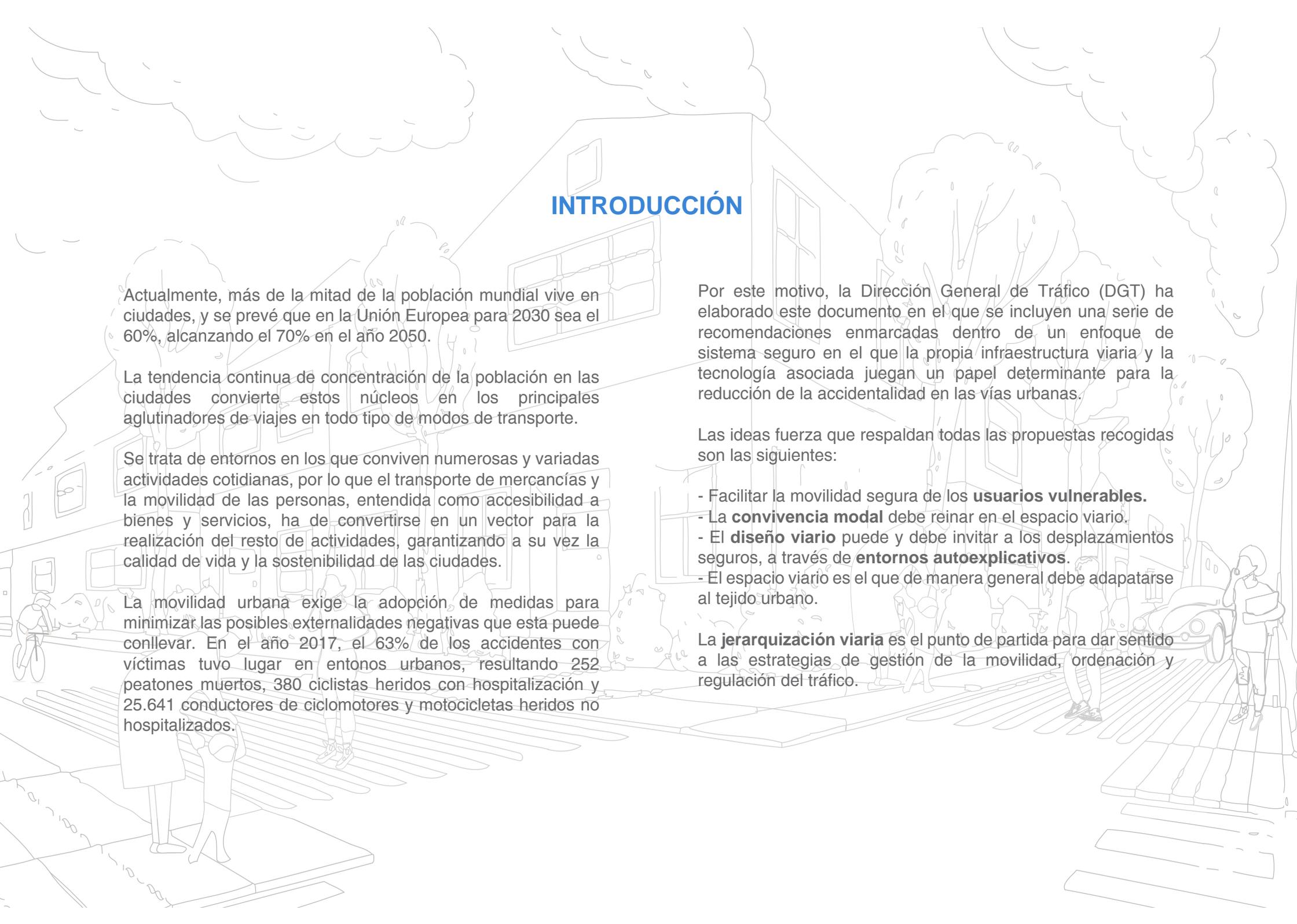




## *Recomendaciones de Movilidad Urbana Segura y Sostenible*

---

2019



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, y se prevé que en la Unión Europea para 2030 sea el 60%, alcanzando el 70% en el año 2050.

La tendencia continua de concentración de la población en las ciudades convierte estos núcleos en los principales aglutinadores de viajes en todo tipo de modos de transporte.

Se trata de entornos en los que conviven numerosas y variadas actividades cotidianas, por lo que el transporte de mercancías y la movilidad de las personas, entendida como accesibilidad a bienes y servicios, ha de convertirse en un vector para la realización del resto de actividades, garantizando a su vez la calidad de vida y la sostenibilidad de las ciudades.

La movilidad urbana exige la adopción de medidas para minimizar las posibles externalidades negativas que esta puede conllevar. En el año 2017, el 63% de los accidentes con víctimas tuvo lugar en entornos urbanos, resultando 252 peatones muertos, 380 ciclistas heridos con hospitalización y 25.641 conductores de ciclomotores y motocicletas heridos no hospitalizados.

Por este motivo, la Dirección General de Tráfico (DGT) ha elaborado este documento en el que se incluyen una serie de recomendaciones enmarcadas dentro de un enfoque de sistema seguro en el que la propia infraestructura viaria y la tecnología asociada juegan un papel determinante para la reducción de la accidentalidad en las vías urbanas.

Las ideas fuerza que respaldan todas las propuestas recogidas son las siguientes:

- Facilitar la movilidad segura de los **usuarios vulnerables**.
- La **convivencia modal** debe reinar en el espacio viario.
- El **diseño viario** puede y debe invitar a los desplazamientos seguros, a través de **entornos autoexplicativos**.
- El espacio viario es el que de manera general debe adaptarse al tejido urbano.

La **jerarquización viaria** es el punto de partida para dar sentido a las estrategias de gestión de la movilidad, ordenación y regulación del tráfico.



## *Recomendaciones de Movilidad Urbana Segura y Sostenible*

---

2019

# ÍNDICE



PEATÓN



BICICLETA



VEHÍCULOS DE  
DOS RUEDAS  
MOTORIZADOS



RESTO DE  
VEHÍCULOS



## DISEÑO

1. Mejora de la visibilidad del peatón	●				Pág. 1
2. Acondicionamiento viario en las proximidades a pasos de peatones	●				Pág. 2
3. Mejora de la permeabilidad peatonal	●				Pág. 3
4. Intersecciones y pasos de peatones sobreelevados	●	●			Pág. 4
5. Delimitación y separación de sentidos		●	●	●	Pág. 5



## REGULACIÓN

6. Refuerzo de la prioridad	●		●	●	Pág. 6
7. Cuenta atrás en semáforos para peatones	●				Pág. 7
8. Adecuación semafórica para ciclistas		●			Pág. 8
9. Onda verde calmada	●	●	●	●	Pág. 9



## ORDENACIÓN

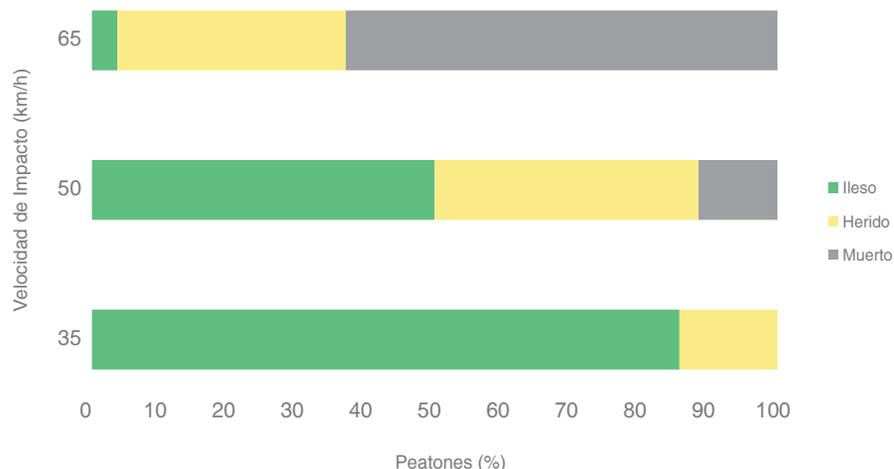
10. Filtrado seguro para usuarios de dos ruedas		●	●		Pág. 10
11. Aparcamiento en espiga / reverso		●	●		Pág. 11
12. Acceso peatonal seguro a estacionamientos	●			●	Pág. 12
13. Adelgazamiento viario	●	●	●	●	Pág. 13
14. Modificación del trazado en planta	●	●	●	●	Pág. 14



## 1. MEJORA DE LA VISIBILIDAD DEL PEATÓN

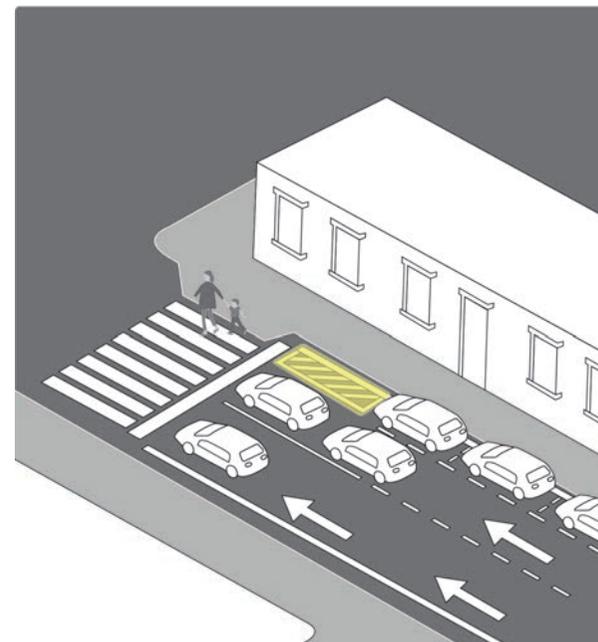
### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los pasos para peatones son emplazamientos de la vía que pueden presentar peligrosidad de atropello derivada de la confluencia del tráfico motorizado y peatonal. El mobiliario urbano o los vehículos estacionados en las zonas contiguas a estos pasos, reducen la visibilidad entre conductores y peatones, y con ello la distancia a la que se perciben mutuamente (principalmente niños y ancianos, como consecuencia de su estatura y capacidades físicas), incrementándose el riesgo de atropello.



### RECOMENDACIONES

Se recomienda suprimir plazas de aparcamiento de vehículos de cuatro o más ruedas, así como el mobiliario urbano, al menos en los 6 metros anteriores al paso en el sentido de avance de la circulación, consiguiendo con ello un mayor campo visual tanto para el conductor como para el peatón en este enclave de conflicto. Resulta asimismo recomendable extenderlo a los accesos de vehículos desde fincas, garajes, y giros sin visibilidad para incrementar la seguridad en la maniobra de incorporación al tráfico o giros.



### VENTAJAS

- Se aumenta la distancia de percepción peatón-conductor y viceversa.
- Se aumenta la capacidad de anticipación en situaciones de conflicto.
- Se aumenta el espacio urbano dedicado a otros usos del viario.

### INCONVENIENTES

- Se disminuye el número de plazas de aparcamiento.
- Se deberá reubicar el mobiliario urbano situado en estos puntos.

### SOLUCIÓN

El objetivo puede lograrse de diversas maneras, bien mediante marcas viales o balizamiento (cebreado, línea amarilla, elementos separadores, balizas, bolardos, etc.), ampliación de aceras (orejas, avances, elementos prefabricados etc.), o mediante reservas para estacionamiento de vehículos de dos ruedas (bicicletas o motocicletas) separadas estas al menos 1 metro respecto del paso de peatones.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

- Traffic Advisory Leaflet 7/93, 1993. (Department of Transportation).
- El manual de medidas de seguridad vial 1.7. Rediseño de intersecciones, 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).



## 2. ACONDICIONAMIENTO VIARIO EN LAS PROXIMIDADES A PASOS DE PEATONES

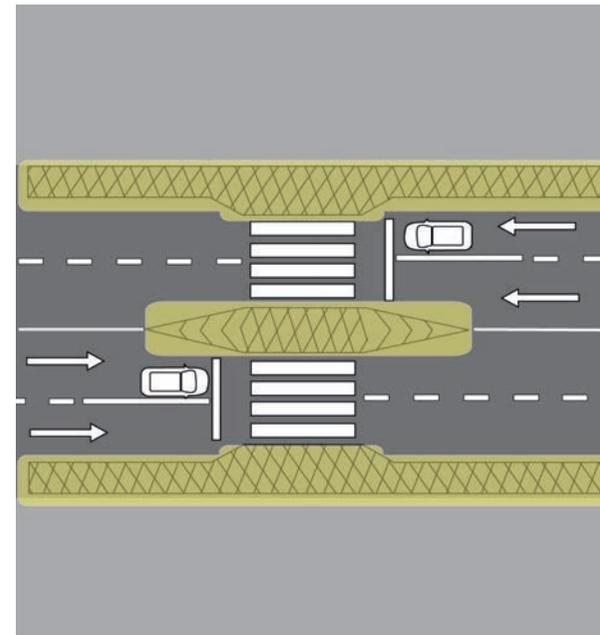
### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En zona urbana los peatones siguen suponiendo la mitad de las víctimas mortales, el 15% de los atropellos suceden en los pasos de peatones, caracterizándolos como puntos débiles dentro de la red viaria. La escasa adaptación de la velocidad de circulación en los pasos de peatones sin semaforizar, así como la falta de visibilidad, hacen que el tiempo que transcurre entre la percepción del peatón y la detención del vehículo sea superior al ideal, generando con ello una sensación de falta de seguridad en el usuario, por lo que resulta fundamental conseguir vías calmadas.



### RECOMENDACIONES

Para mejorar la convivencia entre el tráfico a motor y los usuarios vulnerables es fundamental calmar la velocidad de circulación en el entorno viario de los pasos de peatones. Para conseguirlo se recomiendan varias actuaciones: adelantar la línea de detención respecto al paso de peatones, generando un margen de seguridad entre el punto de detención y el de paso; no permitir cambios de carril en las proximidades al paso, para aumentar la atención del conductor hacia este elemento; reducir la sección de la calzada en los pasos de peatones generando, en su caso, una mediana. Si el paso está semaforizado, se debe programar de manera que el cruce se pueda efectuar en una sola etapa.



### VENTAJAS

- Se aumenta la distancia entre el lugar de detención y el paso de peatones.
- Se disminuye la velocidad de circulación.
- Se aumenta el margen de tiempo de reacción en los pasos de peatones.
- Se evitan adelantamientos sin visibilidad.

### INCONVENIENTES

- Se podrían generar colas en los carriles derechos, para evitar rebasar la línea continua, en aquellas zonas donde haya un giro a la derecha.

### SOLUCIÓN

La solución incluye el retranqueo de la línea de detención antes del paso de peatones entre 1 y 5 metros, combinada con una reducción de la sección de calzada en el paso, mediante el estrechamiento del carril y el adelantamiento de la línea de acera, generando asimismo una mediana de resguardo. En vías de más de un carril por sentido, se incluirá el pintado de línea continua en los 25 metros anteriores al paso de cebra, de tal forma que impidan cambios de carril.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

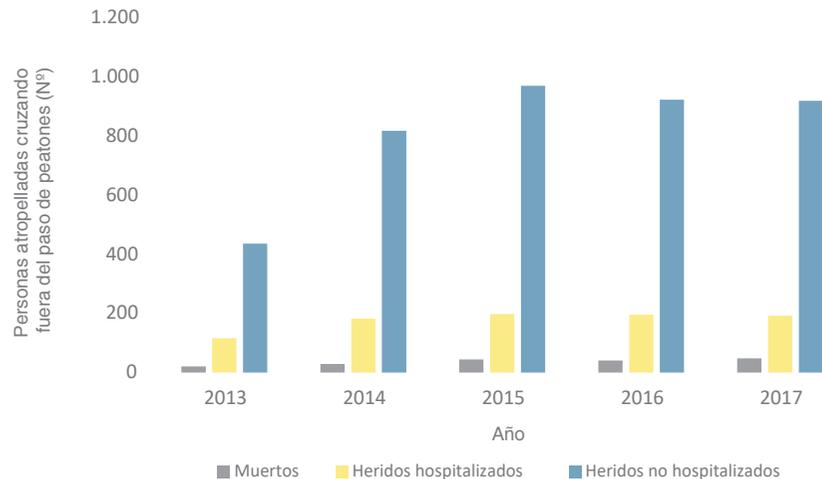
- Ficha 5.5, Instrucción de la vía pública de Madrid, 2000. (Ayuntamiento de Madrid).
- El manual de medidas de seguridad vial 3. Regulación del tráfico, 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).
- Urban Street Guide Design, 2013. (National Association of city transportation officials).



### 3. MEJORA DE LA PERMEABILIDAD PEATONAL

#### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los itinerarios peatonales naturales son los que siguen las líneas de deseo, y suelen coincidir con el camino más corto. Se localizan en las proximidades a centros de atracción (zonas comerciales, colegios, intercambiadores de transporte, etc.). En estos emplazamientos, la intensidad de viandantes es significativa, y sin embargo pudieran estar priorizados los movimientos de vehículos sobre los desplazamientos peatonales.

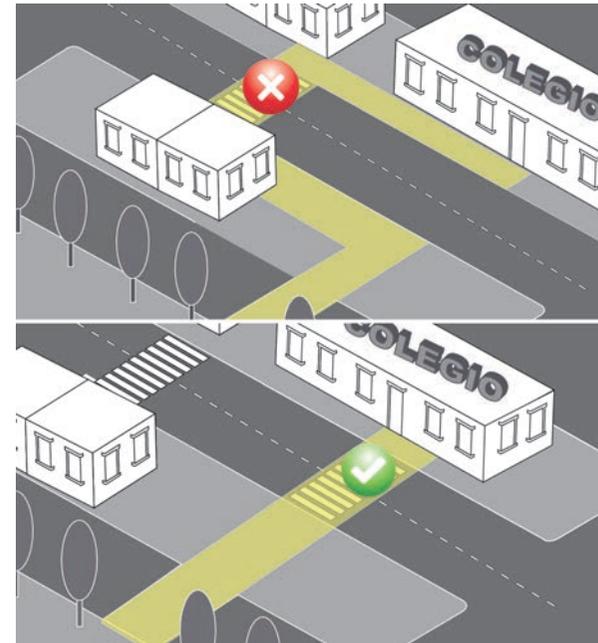


#### RECOMENDACIONES

Se recomienda la presencia de un paso de peatones aproximadamente cada 100 metros, teniendo en cuenta a la hora de ubicarlo las características del tejido urbano y usos del suelo, de forma que queden localizados en las inmediaciones de los itinerarios peatonales naturales, garantizando así un cruce eficiente y seguro para el peatón.

Se recomienda que se lleven a cabo complementariamente actuaciones tendentes al calmado del tráfico.

En situaciones de especial afluencia de peatones (salida/entrada de colegios, centros comerciales, etc.), se recomienda coordinar los semáforos para favorecer la fluidez y continuidad del tránsito peatonal, garantizando así el menor número de paradas.



#### VENTAJAS

- Se generan espacios más seguros para cruzar.
- Se disminuye el número de cruces ilegales y peligrosos.
- Se aumenta la permeabilidad peatonal.
- Se disminuye la velocidad de circulación.
- Se reduce el tiempo de desplazamiento para el peatón.

#### INCONVENIENTES

- Se aumenta ligeramente el tiempo de viaje para el tráfico motorizado.



#### SOLUCIÓN

Se deben identificar los itinerarios peatonales más demandados para hacerlos coincidir con los pasos de peatones, incrementando la seguridad vial al adaptar el viario, de forma que los itinerarios peatonales naturales, se puedan transitar de manera legal y segura.

Complementariamente, esta medida sirve para reducir los tiempos de viaje de los peatones, fomentando los trayectos a pie.

#### Usuarios beneficiados



#### Ejemplo



#### Economía de implantación



#### Facilidad de implantación



#### Seguridad Vial y Sostenibilidad



#### Referencias

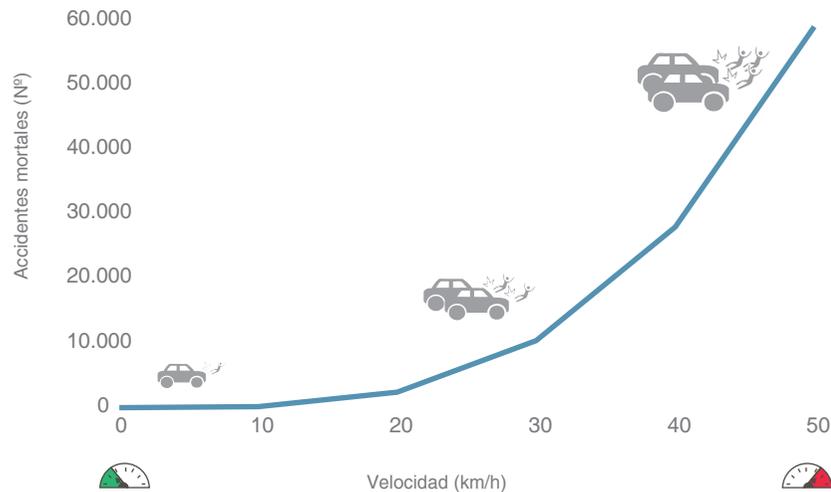
- El manual de medidas de seguridad vial 3. Regulación del tráfico, 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).
- Calmar el tráfico, Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana, 2008. (Alfonso Sanz Alduán).



#### 4. INTERSECCIONES Y PASOS DE PEATONES SOBREELEVADOS

##### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las intersecciones son elementos de la infraestructura especialmente peligrosas, donde se concentra un mayor número de puntos de conflicto debidos al cruce de trayectorias. En algunas intersecciones, la visibilidad se ve comprometida por la disposición del mobiliario y del tejido urbano. Si a esto le sumamos una velocidad de circulación superior a la permitida, la capacidad de anticipación ante un conflicto real se ve disminuída y, en caso de producirse, las consecuencias son peores.



##### RECOMENDACIONES

Se recomienda la ejecución de intersecciones sobreelevadas, entendiéndolas como las zonas de cruce de trayectorias vehiculares, así como en los pasos de peatones aislados, en aquellos lugares donde se pretenda reforzar el calmado de velocidad. En lugar de descender el viandante, es el vehículo el que tiene que sortear un plano inclinado. Este elemento se convierte en un punto reductor de velocidad, y, por otro lado, recalca que es el automóvil el que atraviesa la zona peatonal y no al revés, existiendo continuidad de aceras. A fin de extender el efecto de calmado del tráfico aguas arriba de la intersección y facilitar la percepción de una zona especial, se recomienda el empleo de marcas viales laterales (tipo zigzag, dientes de dragón, marca de borde quebrada, etc.) o de pavimento diferenciado (coloreado, texturizado, adoquinado, etc.).



##### VENTAJAS

- Se mejora la accesibilidad peatonal.
- Se reduce la velocidad de los vehículos.
- Se aumenta la visibilidad en el cruce.
- Se favorece el respeto de la prioridad de paso.
- Se reduce la accidentalidad por atropello.

##### INCONVENIENTES

- Se disminuye la percepción de peligro por parte del peatón.

##### SOLUCIÓN

La solución se basa en la ejecución de mesetas sobreelevadas en intersecciones y pasos de peatones sobreelevados, de manera que la acera tenga continuidad, aplicando siempre las técnicas constructivas que mejor se adapten en cada caso y cumpliendo siempre la normativa vigente al respecto.

##### Usuarios beneficiados



##### Ejemplo



##### Economía de implantación



##### Facilidad de implantación



##### Seguridad Vial y Sostenibilidad



##### Referencias

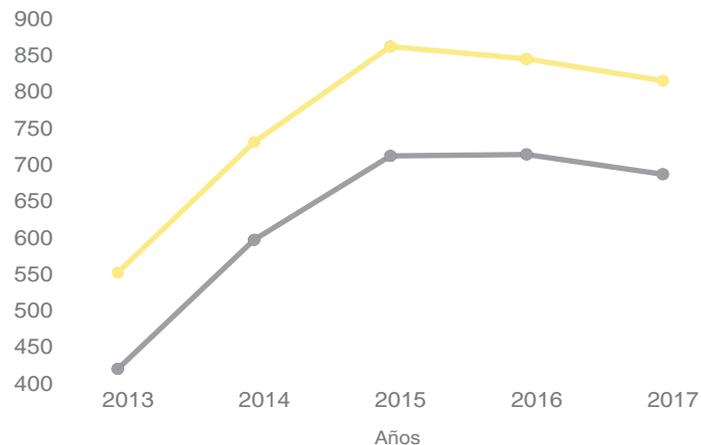
- Calmar el tráfico, pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana, 2008. (Alfonso Sanz Alduán).
- Power Model, 2004 (Göran Nilsson).
- Effectiveness of Road Safety Engineering Treatments, 2012. (Austroad)



## 5. DELIMITACIÓN Y SEPARACIÓN DE SENTIDOS

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Según cifras de la Dirección General de Tráfico, la accidentalidad en vías urbanas del tipo frontal y frontolateral supone en torno al 25% del total. Si bien la evolución de estos tipos de accidentes ha sido favorable en la última década, continúa existiendo una problemática asociada al exceso de velocidad e invasión del sentido contrario en vía urbana.



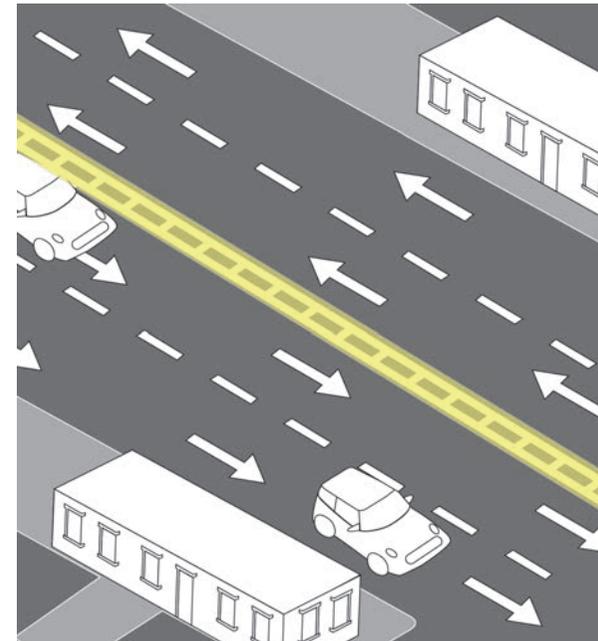
—●— Heridos hospitalizados en vía urbana en accidente por colisión frontal  
—●— Accidentes con víctimas en vía urbana por invadir parcialmente el sentido contrario

### RECOMENDACIONES

A fin de minimizar las invasiones del sentido contrario de circulación, es recomendable que en aquellas vías de más de un carril por sentido y con una función vertebrante, se proceda con una delimitación de sentidos. Esta puede basarse en marcas viales y elementos de balizamiento ligero.

En los casos en los que por la configuración de la ciudad, la jerarquización viaria y los usos previstos para la vía (cabalgatas, carreras, etc.) sea posible, se optará por la separación física de sentidos utilizando elementos constructivos (bordillos, barreras, medianas, etc.). En cualquier caso, esta medida debe llevarse a cabo a costa de estrechar los carriles de circulación.

Se recomienda su implantación en vías de más de un carril por sentido, ya sea en trazados curvilíneos, pendientes prolongadas o en tramos rectos.



### VENTAJAS

- Se aumenta la seguridad efectiva y la sensación de seguridad.
- Se calma la velocidad de circulación.
- Se evitan los giros indebidos a la izquierda.
- Se generan refugios peatonales para facilitar el cruce.
- Se delimitan las áreas de cruce.

### INCONVENIENTES

- Se pueden reducir las opciones de giro a la izquierda.
- Se pueden generar itinerarios más largos para encontrar estacionamiento.

### SOLUCIÓN

Se debe generar una mediana delimitadora de sentidos que se puede materializar mediante mediana cebreada, balizamiento, mediana de textura diferenciada, separador físico prefabricado, mediana ajardinada, o bordillo.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

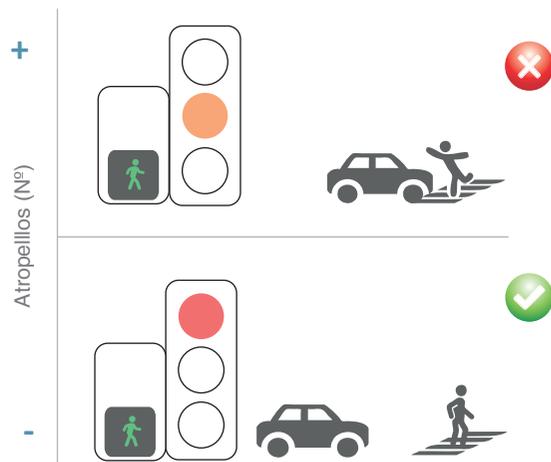
- El manual de medidas de seguridad vial 3. Regulación del tráfico, 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).
- Centreline Treatment Countermeasures to Address Crossover Crashes, 2009. (Levett S.P., Job R.F.S., Tang J).



## 6. REFUERZO DE LA PRIORIDAD

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Existen puntos de confluencia de tráfico en los que, debido a que se dan mensajes contradictorios, la prioridad de paso es equívoca. En estos casos, la decisión final la toman los usuarios, siendo aquellos colectivos vulnerables los más desfavorecidos en este tipo de situaciones. Estas condiciones se dan, por ejemplo, en pasos de cebra con semáforo solamente para peatón y en semáforos de automóvil con ámbar para el giro a la derecha. El peatón con fase verde tiene la prioridad y cruza la calzada sin negociar, aislándose del tráfico. El vehículo, sin semáforo o con semáforo en ámbar, asume también su prioridad, en este caso erróneamente. Si ambos confluyen simultáneamente en el cruce se crea una situación de peligro, en la que el más vulnerable es el más desfavorecido pese a tener la prioridad.



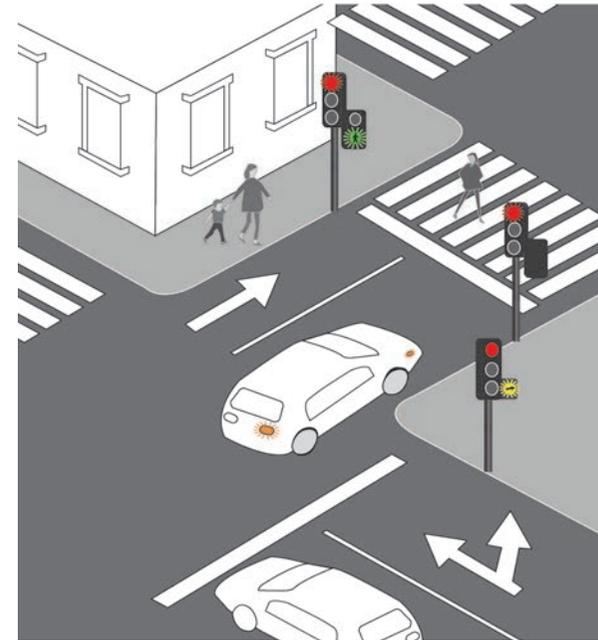
### RECOMENDACIONES

En los giros a la derecha de vehículos que se encuentran con pasos de peatones semaforizados, se recomienda mantener un tiempo inicial de fase roja para vehículo y verde para peatón de al menos 5 segundos, transcurridos los cuales el semáforo de vehículos pasaría a ámbar, y solo a verde una vez que el de peatones cambie a rojo.

Se desaconseja regular semaforicamente solo uno de los flujos (peatonal o vehicular) sino ambos.

En casos de demanda peatonal de menos de 150 peatones/hora, se recomienda la instalación de pulsador para peatones.

En pasos de peatones aislados y en puntos de visibilidad reducida (curvas cerradas, cambios de rasante, vías sin iluminar, y emplazamientos remotos) se recomienda el empleo de ámbar-ámbar intermitente como estado habitual del semáforo de automóviles en lugar del verde.



### VENTAJAS

- Se mantiene el esquema de prioridad de paso.
- Se disminuye el riesgo de colisión por alcance derivado de una frenada brusca.
- Se disminuye el riesgo de atropello.
- Se incrementa la claridad de la prioridad de paso.
- Se incrementa la seguridad objetiva y subjetiva peatonal.

### INCONVENIENTES

- Se incrementa ligeramente el tiempo de viaje para el tráfico motorizado.
- Se reduce ligeramente el tiempo de fase verde para peatones.

### SOLUCIÓN

Se propone adecuar la regulación semaforica en giros a derecha, de manera que siempre haya una fase verde para peatón coincidente con fase roja para vehículos que giran (al menos los primeros 5 segundos del ciclo).

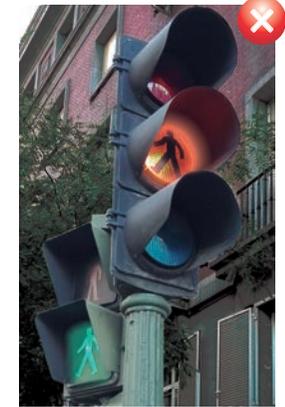
Cuando el tráfico de vehículos sea mayor de 600 vehículos/hora en ambos sentidos, o de 1.000 vehículos/hora en vías de sentido único se plantean las siguientes actuaciones:

- Instalación de semáforos para vehículos y peatones.
- Instalación de semáforos para vehículos y peatones (con pulsador) si la demanda peatonal es menor de 150 peatones/hora.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

- El manual de medidas de seguridad vial 3. Regulación del tráfico, 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).
- Road safety toolkit, Treatments Intersection – Signalise\_11. 2010. (iRAP)

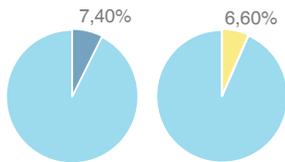


## 7. CUENTA ATRÁS EN SEMÁFOROS PARA PEATONES

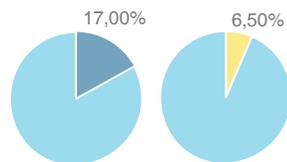
### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La fase verde de peatones calculada en función del ancho de calzada y la velocidad de marcha a pie teórica, debe garantizar el paso seguro y cómodo para todo tipo de usuarios, incluidos niños, ancianos y personas de movilidad reducida. El problema puede surgir en casos en que la fase verde intermitente de peatón sea excesivamente corta y sorprenda al peatón en mitad del paso.

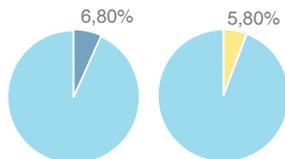
Peatones que comienzan a cruzar en ámbar



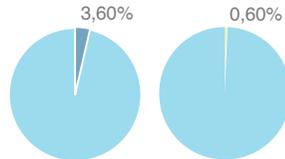
Peatones que cruzan fuera del paso de peatones



Peatones que comienzan a cruzar en rojo



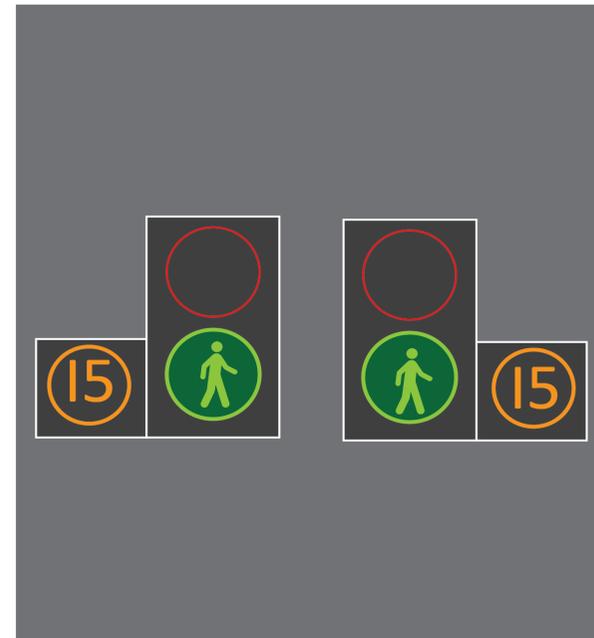
Peatones en la calzada con el rojo



■ Antes de instalar el temporizador  
■ Después de instalar el temporizador

### RECOMENDACIONES

Instalar dispositivos cuenta atrás de fase verde de peatón en vías con elevado nivel de tráfico de peatones, y en aquellas en las que sea necesario un tiempo considerable para el cruce. También es recomendable hacer uso de este tipo de semáforos en zonas con una elevada demanda de peatones especialmente vulnerables (niños, mayores, etc.), los cuales, por sus características físicas, necesitan mayor tiempo para recorrer la misma distancia. En cualquier caso, se recomienda que la fase verde intermitente para peatones se calcule en función del ancho de calzada, y exista un tiempo de despeje de 3 segundos.



### VENTAJAS

- Se reduce el número de peatones que cruzan en rojo.
- Se mejora la decisión sobre si se cruza la vía de forma segura o se espera.
- Se disminuye el estrés del peatón, en especial de mayores y niños.

### INCONVENIENTES

- Se incrementa ligeramente el coste económico respecto al semáforo convencional.



### SOLUCIÓN

La solución consiste en instalar dispositivos de cuenta atrás de la fase verde de peatón, donde se indique el tiempo, en segundos, restante de la fase verde. De esta manera se garantiza que el peatón, en función de sus capacidades físicas, pueda decidir si realiza el cruce de manera cómoda y sin ser sorprendido por la fase roja.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

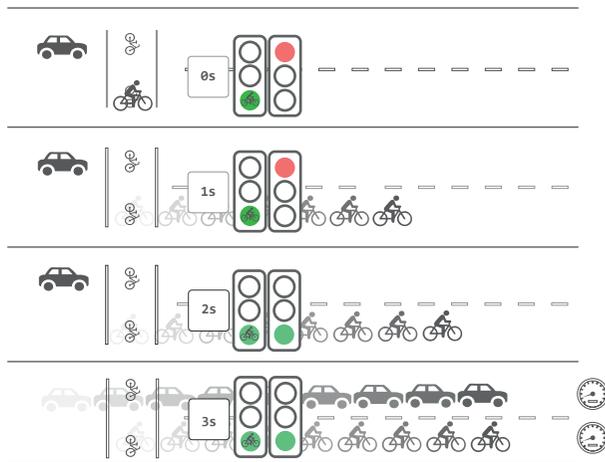
- Issues with countdown pedestrian signals, 2008. (Michael J. Cynecki, P.E.).
- An Analysis of The Effects of Installing Pedestrian Countdown Timers on the Incidence of Pedestrian Crashes, 2014. (Michigan Department of Transportation).



## 8. ADECUACIÓN SEMAFÓRICA PARA CICLISTAS

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

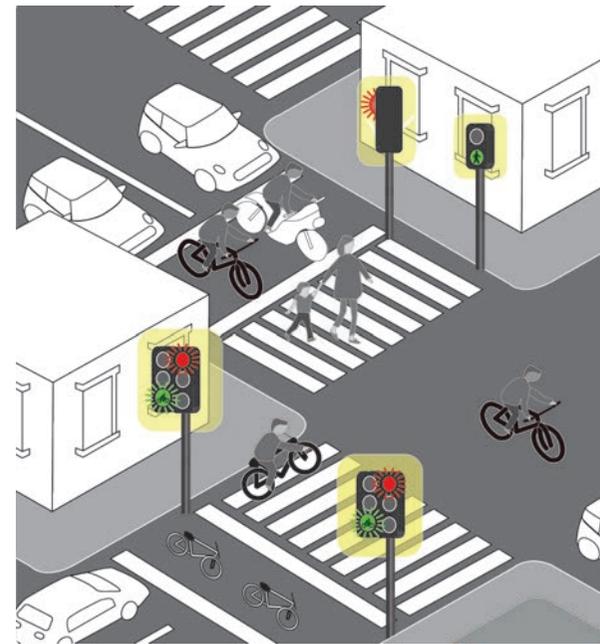
Las bicicletas comparten calzada con los vehículos a motor. Su velocidad de circulación y posibilidad de aceleración es cuantitativamente inferior. Esto genera una situación de especial vulnerabilidad en las intersecciones, donde el tiempo de despeje está calculado en función de la velocidad de los vehículos a motor y la fase verde comienza para todos los usuarios al mismo tiempo.



### RECOMENDACIONES

Para que la convivencia entre bicicletas no propulsadas y vehículos a motor tenga lugar en condiciones de seguridad y comodidad para aquellas, además de la implantación de zonas avanza-bici, se recomienda:

- Proporcionar de una porción de fase verde, en su inicio, en exclusiva a las bicicletas, consiguiendo así un tiempo extra para acomodarse de manera segura a la reanudación de la marcha y evitando conflictos con los vehículos motorizados durante su arranque en vías de más de un carril por sentido.
- Recalcular los tiempos de despeje y reprogramar los semáforos, cuando la presencia de bicicletas sea elevada, garantizando el abandono de la intersección por parte de los ciclistas antes de que comience el flujo de vehículos procedentes de otros ramales. Su aplicación resulta más eficaz en puntos con rampas, en calles de más de un carril por sentido, en movimientos que implican giros y en transiciones carril-bici a calzada.



### VENTAJAS

- Se aumenta la seguridad del usuario de la bicicleta.
- Se fomenta un mayor uso de la bicicleta en ciudad.
- Se disminuye el conflicto en intersecciones entre vehículos y bicicletas.

### INCONVENIENTES

- Se aumentan ligeramente los costes asociados a la semaforización.

### SOLUCIÓN

La solución implica:

- La instalación de un semáforo exclusivo para bicicletas que proporcione una porción de fase verde inicial (3-5 segundos) solo para las bicicletas antes del inicio de la fase verde del resto de vehículos.
- El cálculo del tiempo de despeje necesario para que las bicicletas no propulsadas puedan abandonar la intersección, teniendo en cuenta la geometría y pendiente del trazado, reprogramando los semáforos con el tiempo obtenido.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

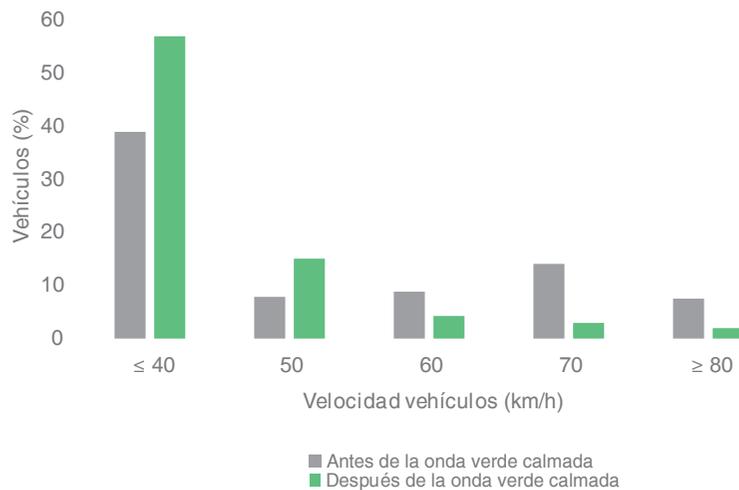
- The German Naturalistic Cycling Study - Comparing cycling speed of riders of different e-bikes and conventional bicycles, 2015.
- El manual de medidas de seguridad vial 3. Regulación del tráfico, 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).



## 9. ONDA VERDE CALMADA

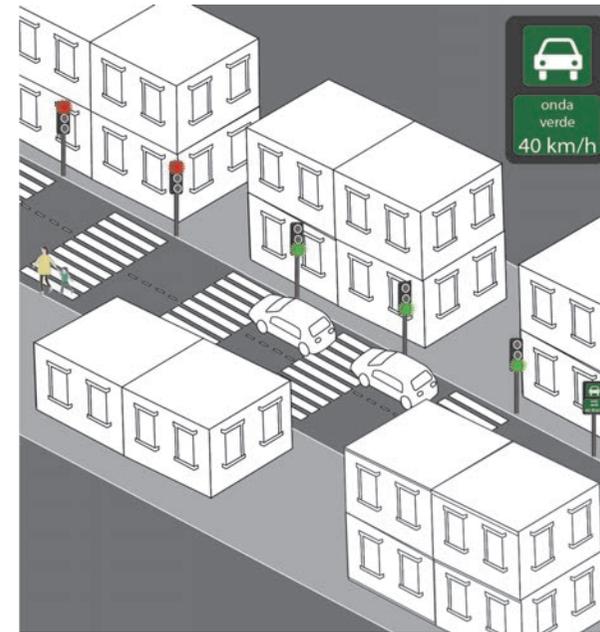
### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las vías en las que se instalan semáforos son las que presentan unas mayores intensidades de tráfico, suelen tener más de un carril por sentido y una longitud considerable. La presencia mayoritaria de tráfico motorizado y las anchas calzadas disponibles, hacen que las velocidades de circulación sean elevadas. La longitud genera la necesidad de disponer una sucesión de semáforos, si estos no se regulan a una velocidad prescrita, el tráfico "stop and go" se convierte en el predominante, con las externalidades que supone en términos de emisiones, ruido y agresividad.



### RECOMENDACIONES

Se recomienda la generación de ondas verdes en calles de gran longitud en las que existan varias intersecciones semaforizadas y en las que se tenga evidencia de que la velocidad de circulación de los vehículos generalmente excede la máxima permitida. Para que su funcionamiento sea adecuado, el tiempo de fase verde debe oscilar entre 10 y 25 segundos. Se recomienda la instalación de carteles explicativos al inicio del tramo y a lo largo del mismo con velocidad prescrita de 30 o 40 kilómetros/hora.



### VENTAJAS

- Se consiguen velocidades homogéneas dentro de un rango seguro.
- Se disminuyen el ruido, el consumo de energía y las emisiones.
- Se aumenta la seguridad de los usuarios vulnerables mediante el calmado del tráfico.
- Se disminuye el número de paradas de los vehículos, aumentando la comodidad de la conducción.

### INCONVENIENTES

- Se requiere la colocación de carteles explicativos.



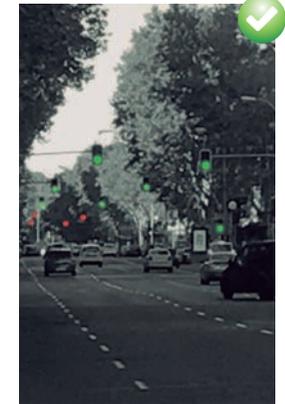
### SOLUCIÓN

Coordinar los semáforos mediante un algoritmo inteligente capaz de sincronizarlos. La medida siempre debe ser señalizada para que el conductor sea consciente de que existe una velocidad prescrita (recomendablemente 30 o 40 kilómetros/hora) para que los verdes se sucedan, reforzando así la adaptación consciente a esta velocidad, con el incentivo de no tener que detenerse a lo largo del itinerario si no se excede.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

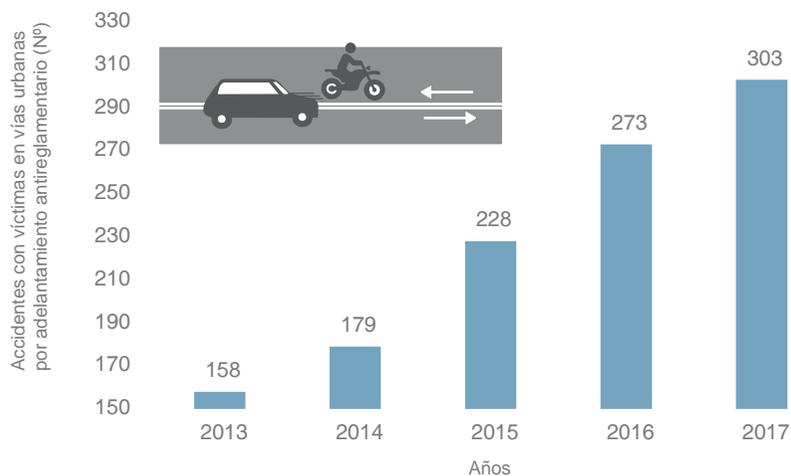
- El manual de medidas de seguridad vial 3.9. Semáforos en intersecciones, 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).
- Introducing green waves for cyclist, 2014. (Félix Beyer).



## 10. FILTRADO SEGURO PARA USUARIOS DE DOS RUEDAS

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los vehículos de dos ruedas, por su estructura y dimensiones, se perfilan como más ágiles que los de cuatro o más. Esta capacidad de maniobra, hace que puedan filtrarse entre los vehículos que se encuentran detenidos en la fase roja de un semáforo, o incluso invadir el sentido contrario para tratar de situarse junto a la línea de detención o zona avanza moto.

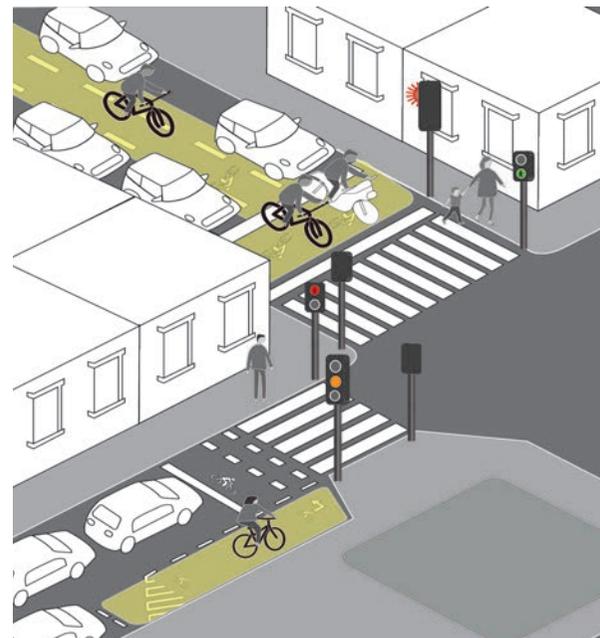


### RECOMENDACIONES

En los casos en que exista una zona avanza moto, zona avanza bici o paso para ciclistas, se recomienda disponer de un carril de al menos 1,5 metros de ancho a lo largo de una longitud mínima de 15 metros aguas arriba, para facilitar la aproximación segura de los vehículos de dos ruedas que corresponda.

Se recomienda emplear marcas viales sonoras (con resaltos o fresados) para reforzar el respeto del carril por el resto de vehículos.

Se recomienda instalar señalización que indique que dicho carril o franja reservada sólo puede ser utilizada por los vehículos a los que se destina y únicamente cuando el semáforo esté en fase roja.



### VENTAJAS

- Se aumenta la seguridad de los usuarios de vehículos de dos ruedas.
- Se incrementa el uso de la motocicleta y ciclomotores.
- Se reduce el tiempo de viaje de los usuarios de vehículos de dos ruedas.
- Se reduce el riesgo de colisión frontal.
- Se reduce el riesgo de accidentes e incidentes en la maniobra de filtrado.

### INCONVENIENTES

- Se podrá instalar sólo en determinadas vías cuya anchura sea suficiente.



### SOLUCIÓN

La solución consiste en generar un carril o franja de calzada reservada para canalizar el avance de los vehículos de dos ruedas a baja velocidad hasta la zona avanza moto/bici cuando exista cola de congestión o para acceder a un paso para ciclistas.

- La solución se puede conseguir de las siguientes maneras:
- Transformar carriles existentes en carriles exclusivos.
  - Estrechar carriles existentes y generar un carril exclusivo.
  - Cuando exista banda de aparcamiento, suprimir plazas de aparcamiento y convertir dicho espacio en carril exclusivo.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

- Road safety toolkit, Treatments Motorcycle Lanes\_14. 2010. (iRAP)
- El manual de medidas de seguridad vial 3.14. Regulación del tráfico 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).



## 11. APARCAMIENTO EN ESPIGA / REVERSO

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

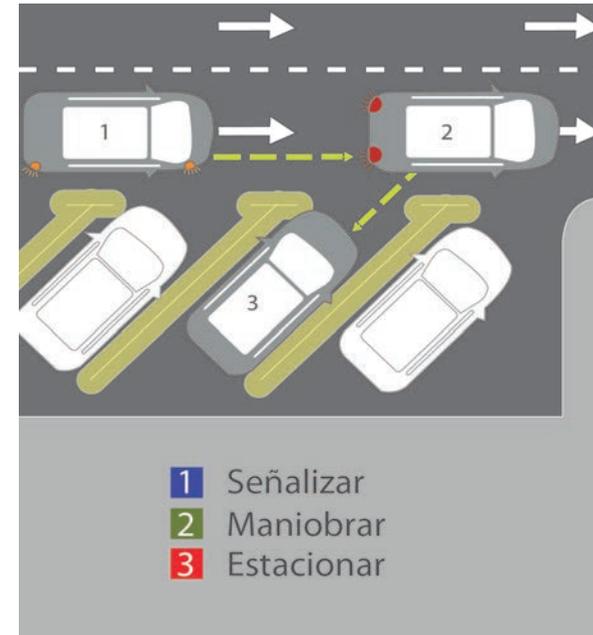
La maniobra de estacionamiento en batería implica marcha atrás en la maniobra de salida, lo cual genera situaciones de riesgo, especialmente con ciclistas, motocicletas y ciclomotores. Con la implantación de aparcamientos en espiga se pretende que el vehículo abandone la plaza de aparcamiento en el sentido de la marcha con mayor naturalidad, seguridad y fluidez.



### RECOMENDACIONES

Se recomienda la implantación de aparcamientos en espiga con inclinación de 60° en aquellas calles con posibles conflictos entre los vehículos que circulan por la calzada y los que pretenden abandonar las plazas de aparcamiento. Los conflictos no solo se miden en términos de accidentalidad, sino también considerando las demoras como consecuencia de una ineficiente interacción entre ambos. Se recomienda su implantación preferentemente en vías de sentido único, y especialmente en los casos de vías con tráfico ciclista elevado. Es importante informar a los conductores sobre cómo se debe aparcar y cuál es la finalidad de esta disposición, para evitar un uso incorrecto.

Se desaconseja la ordenación del aparcamiento en batería 90° (perpendicular).



### VENTAJAS

- Se eliminan ángulos muertos de visibilidad.
- Se permite salir del aparcamiento en el sentido de la marcha.
- Se ahorra un 10% de espacio por plaza.
- Se facilita la carga y descarga de bultos.
- Se reduce la velocidad de circulación.
- Se reduce el riesgo de atropello a usuarios de dos ruedas.

### INCONVENIENTES

- Se aumenta el tiempo en la maniobra de aparcamiento.
- Se dirigen los humos de los vehículos hacia la acera, lo que puede suponer un problema en calles de aceras estrechas.

### SOLUCIÓN

Consiste en la reconfiguración de la ordenación del aparcamiento mediante el borrado total o parcial de las marcas viales existentes y el repintado en espiga a 60°.

Se complementará la medida con información gráfica didáctica in situ para su correcta utilización.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

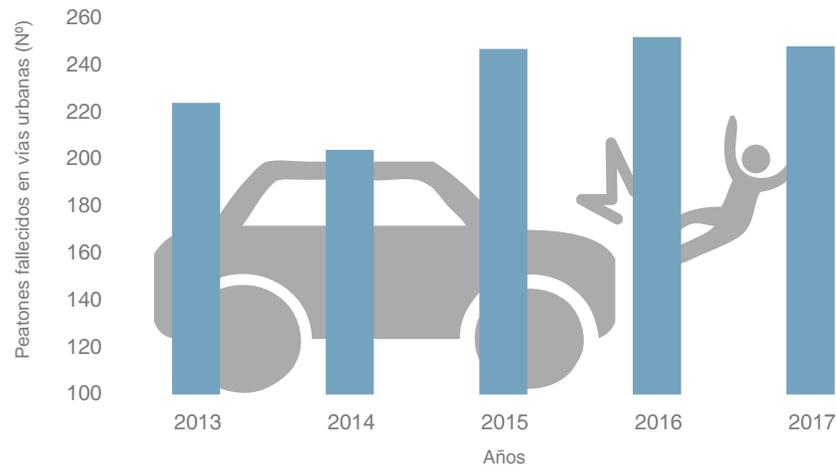
- Ficha 7, Instrucción de la vía pública de Madrid. (Ayuntamiento de Madrid).
- El manual de medidas de seguridad vial 3. Regulación del tráfico, 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).



## 12. ACCESO PEATONAL SEGURO A ESTACIONAMIENTOS

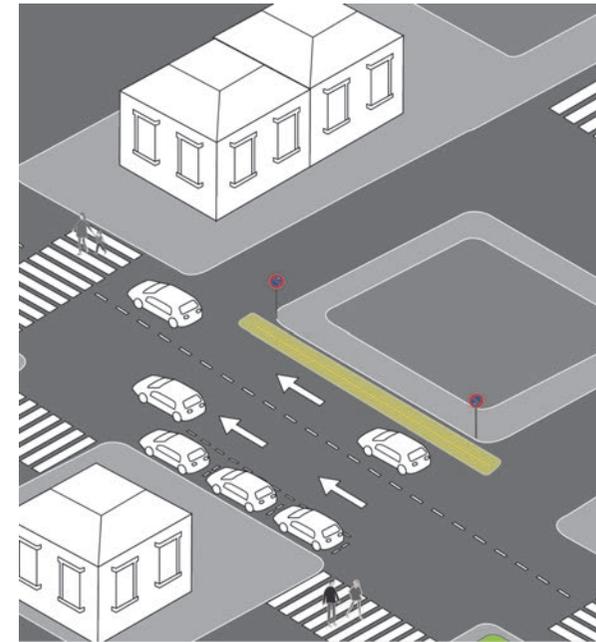
### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La falta de estacionamientos en los núcleos urbanos vuelve fundamental la búsqueda de soluciones. En este contexto se ha tendido a aumentar la oferta para poder cubrir la demanda, habiéndose habilitado zonas que no garantizan un abandono seguro del vehículo, ya que los conductores no pueden acceder a las zonas reservadas al tránsito peatonal por medio de itinerarios destinados a tal fin.



### RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar a cabo un análisis de movilidad en el que se estudie la necesidad que pudieran tener los usuarios de las vías en relación con el espacio de estacionamiento. En caso de que dicho análisis concluyera que es conveniente habilitar plazas de aparcamiento en la zona, se deberá garantizar el acceso seguro a las mismas mediante pasos de peatones, aceras o zonas protegidas. Si por el contrario del análisis se desprendiera que no es necesario habilitar espacio de estacionamiento, se debe prohibir estacionar con señalización vertical, marcas viales, balizamiento, o aplicando técnicas de adelgazamiento viario (ver medida 13).



### VENTAJAS

- Se evita la invasión de la calzada por parte de los ocupantes del vehículo estacionado.
- Se aumenta el uso del transporte público, moto y bicicleta, y se fomenta el tránsito peatonal, al reducir la oferta de aparcamiento.

### INCONVENIENTES

- Se puede reducir ligeramente la oferta de aparcamiento en vía pública.



### SOLUCIÓN

Si se decide permitir el aparcamiento en las zonas que se identifiquen como potencialmente peligrosas, se deberá revertir esta condición habilitando itinerarios peatonales seguros. En caso contrario, se deberán acometer las medidas pertinentes que imposibiliten el estacionamiento.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

- Ficha 5.4, Instrucción de la vía pública de Madrid, 2000. (Ayuntamiento de Madrid).
- El manual de medidas de seguridad vial 3. Regulación del tráfico, 2006. (Rune Elvick & Truls Vaa).

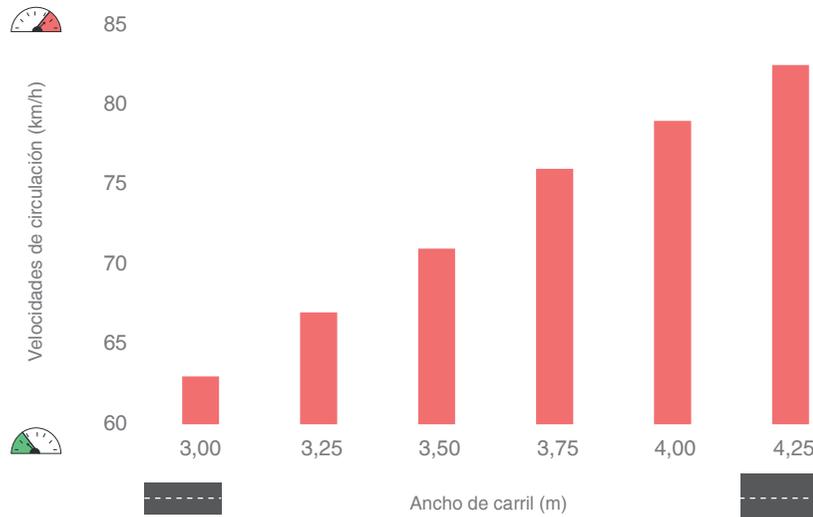


### 13. ADELGAZAMIENTO VIARIO

#### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Si los vehículos cuentan con más espacio del necesario para circular, lo hacen a una velocidad mayor en comparación con cuando se dispone del espacio imprescindible.

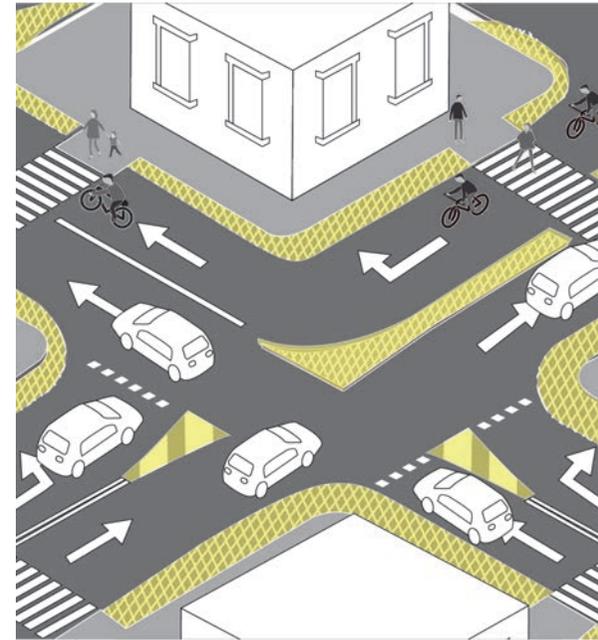
Si el espacio disponible para realizar maniobras no está suficientemente acotado, puede dar lugar a comportamientos erróneos o ilegales que comprometan la seguridad de todos los usuarios del viario urbano.



#### RECOMENDACIONES

Para el diseño del nuevo trazado en planta y secciones transversales, es recomendable realizar estudios de las trayectorias de los vehículos (inspección visual, análisis de vídeo, huellas/trazadas en el firme, restos de gravilla o polvo), del aparcamiento ilegal, y del tránsito peatonal.

Se recomienda considerar el posible tráfico de vehículos pesados y autobuses para que el adelgazamiento sea compatible sus trayectorias especialmente en giros.



#### VENTAJAS

- Se acortan los pasos de peatones generándose más permeabilidad urbana.
- Se fomenta el calmado del tráfico.
- Se aumenta el espacio disponible para el peatón.

#### INCONVENIENTES

- Se requiere un estudio en profundidad de los giros de vehículos de grandes dimensiones.

#### SOLUCIÓN

Rediseño de la ordenación del tráfico mediante el adelgazamiento viario, reduciendo a lo imprescindible el espacio dedicado a calzada en favor de otros usos urbanos. La solución se puede acometer mediante marca vial, balizamiento u obra civil (ampliación de aceras, generación de orejas, martillos, isletas, medianas, etc.).

#### Usuarios beneficiados



#### Ejemplo



#### Economía de implantación



#### Facilidad de implantación



#### Seguridad Vial y Sostenibilidad



#### Referencias

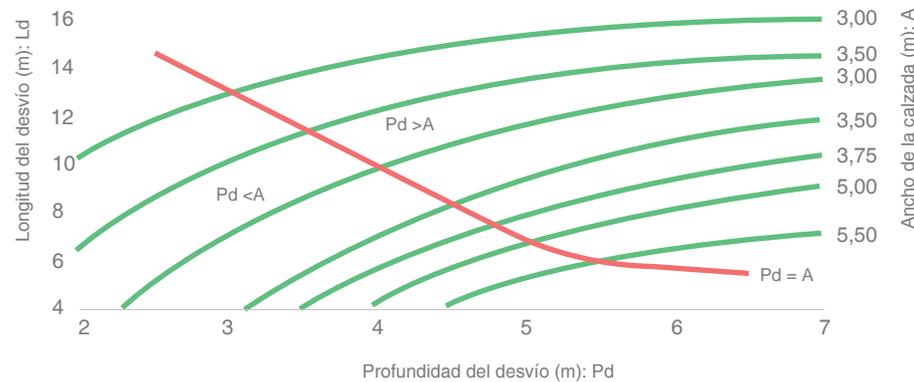
- Using Snow Pileup to Design Better Streets, 2016. (Yimby).
- <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:ugcPost:6499005238492692480>
- <http://www.towardszerofoundation.org/thesafesystem/>
- La importancia de la infraestructura vial: señalamiento y facilidades para el peatón, 2019. (STCONAPRA).



## 14. MODIFICACIÓN DEL TRAZADO EN PLANTA

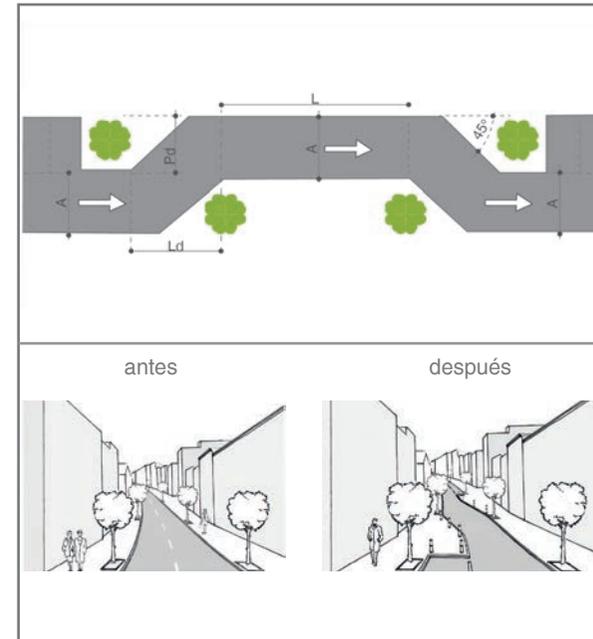
### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El ser humano comete errores, su comportamiento es imperfecto. Si la configuración de la vía no es autoexplicativa, es complicado que la señalización, sobre todo la referente a la velocidad máxima permitida, sea respetada. Un trazado en planta con excesiva longitud recta disminuye la percepción de peligro e incita al conductor a circular a mayor velocidad. Además, cuando se permite estacionar en ambos lados de la calle, se pierde el aspecto de entono urbano y el peatón queda desdibujado en la acera (generalmente estrecha) detrás de los vehículos estacionados. Si solo hay espacio para estacionar en un lado de la calle y este se habilita en un único lado en toda su longitud, el número de cruces indebidos de los conductores que abandonan los vehículos es mayor, con el riesgo que eso implica.



### RECOMENDACIONES

Se recomienda, en aquellas calles que tengan rectas muy prolongadas que inciten al conductor a circular a una velocidad superior a la máxima permitida, modificar la alineación del eje generando un zigzag o chicane. Se puede conseguir alternando las zonas de estacionamiento o modificando la disposición del mobiliario urbano y/o del arbolado. A mayor profundidad de desvío (Pd) y menor longitud de desvío (Ld) se consigue una mayor ruptura de la visual y con ello unas velocidades de circulación inferiores, que deberían posibilitar la circulación de autobuses y vehículos pesados, si procede.



### VENTAJAS

- Se reduce la velocidad de circulación.
- Se genera un trazado que invita a mantener un mayor nivel de atención.
- Se genera simetría entre estacionamiento y usos del suelo.
- Se aumenta la visibilidad del peatón.
- Se mejora la calidad estancial.

### INCONVENIENTES

- Se pueden provocar cruces de vía fuera de paso de peatones.
- Se puede provocar la invasión de aceras si no se separan físicamente de la calzada.

### SOLUCIÓN

Modificar el trazado en planta y la sección transversal en aquellas calles donde la velocidad de circulación es superior a la necesaria para mantener unos altos niveles de seguridad. Para conseguir una velocidad inferior a 40 kilómetros/hora la profundidad de desvío (Pd) debe ser mayor o igual a la anchura de la calle (A) y la longitud de desvío (Ld) debe ser de entre 10 y 30 metros en vías locales y entre 30 y 50 metros en el resto.

### Usuarios beneficiados



### Ejemplo



### Economía de implantación



### Facilidad de implantación



### Seguridad Vial y Sostenibilidad



### Referencias

- Calmar el tráfico, pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana, 2008. (Alfonso Sanz Alduán).



**Dirección General de Tráfico**  
Calle Josefa Valcárcel, 28  
28071 Madrid  
[www.dgt.es](http://www.dgt.es)

**Subdirección General de Gestión de la Movilidad y Tecnología**  
**Dirección del trabajo**  
Pedro Tomás Martínez



**Equipo de trabajo**  
María Bernaldo de Quirós Guadaño  
David Cota Mascuñana  
Gema Leiro García

**Maquetación e ilustración**  
Alejandra Ágreda Añover

**Producción Gráfica**  
Cuatro Tintas y un Pantone S. L.

**Ministerio del Interior**  
NIPO: 128-19-007-6

**Depósito Legal:** M-15125-2019